

**Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Македонија
Факултет за природни и технички науки**

**University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia
Faculty of Natural and Technical Sciences**

UDC: 622:55:574:658

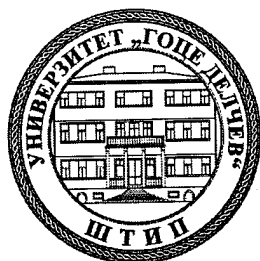
ISSN: 185-6966

Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

UDC 622:55:574:658

ISSN 185-6966



**Природни ресурси и технологии
Natural resources and technology**

**ноември 2010
november 2010**

**ГОДИНА 4
БРОЈ 4**

**VOLUME IV
NO 4**

**UNIVERSITY „GOCE DELCEV“ – STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

За издавачот:

Проф. д-р Благој Голомеов

Издавачки совет

Проф. д-р Саша Митрев
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Зоран Десподов
Доц. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Кимет Фетаху
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

Editorial board

Prof. Saša Mitrev, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

Редакциски одбор

Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Зоран Десподов
Доц. д-р Дејан Мираковски

Editorial staff

Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

Главен и одговорен уредник

Проф. д-р Мирјана Голомеова

Managing & Editor in chief

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

Јазично уредување

Даница Гавриловска-Атанасовска
(македонски јазик)

Техничко уредување

Славе Димитров
Благој Михов

Language editor

Danica Gavrilovska-Atanasovska
(macedonian language)

Technical editor

Slave Dimitrov
Blagoj Mihov

Печати

Печатница „2-ри Август“ - Штип

Printing

„2-ri Avgust“ - Stip

Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Факултет за природни и технички науки
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип
Р. Македонија

Address of the editorial office

Goce Delcev University - Stip
Faculty of Natural and Technical Sciences
Goce Delcev 89, Stip
R. Macedonia

СОДРЖИНА

Зоран ДЕСПОДОВ Технологија за товарење и транспорт на материјалот при брза изработка на тунели	5
Зоран ПАНОВ, Сашо ЈОВЧЕВСКИ, Благојче МИТРЕВСКИ, Дељо КАРАКАШЕВ Избор на технолошки систем за експлоатација на јаглен во наоѓалиштето „Брод – Гнеотино“ – Битола.....	15
Dejan MIRAKOVSKI, Zoran DESPODOV, Goran POP ANDONOV, Stojance MIJALKOVSKI, Nikola MEHANDZISKI Application of monte carlo simulation for risk evaluation in mineral investment projects.....	25
Афродита ЗЕНДЕЛСКА, Благој ГОЛОМЕОВ, Борис КРСТЕВ, Александар КРСТЕВ Примена на електрофлотацијата за искористување на фини и ултрафини честички	33
Николинка ДОНЕВА, Марија ХАЦИ НИКОЛОВА Современи технологии за изработка на подземни хоризонтални рударски објекти.....	41
Сашко ИВАНОВ Анализа на ефикасноста на единичен PDC секач во средини со цврсти карпи.....	49
Alexandar KRSTEV, Boris KRSTEV, Blagoj GOLOMEOV, Mirjana GOLOMEOVA Application of mathematical methods for hydrocyclones with lagrange multipliers	59
Alexandar KRSTEV, Boris KRSTEV, Blagoj GOLOMEOV, Mirjana GOLOMEOVA Computer programmes for mineral processing presentation	67
Виолета СТОЈАНОВА, Гоше ПЕТРОВ, Блажо БОЕВ, Виолета СТЕФАНОВА Дијатомејска флора од наоѓалиштето Вешје во близина на Неготино - Р. Македонија	83
Виолета СТЕФАНОВА, Виолета СТОЈАНОВА Применети методи на истражување на појави и наоѓалишта на злато во Р. Македонија	93

Делчо КАРАКАШЕВ, Тена ШИЈАКОВА-ИВАНОВА, Зоран ПАНОВ, Елизабета КАРАКАШЕВА, Томе ДАНЕВСКИ Архитектонско-градежен и технички камен во Р. Македонија.....	103
Dobriela ROGOZAREVA Review of the hidrothermal alterations in cu deposit ilovitza-eastern macedonia	113
Радмила КАРАНАКОВА-СТЕФАНОВСКА, Благница ДОНЕВА, Стојанче МИЈАЛКОВСКИ Влијанието на површинската експлоатација врз животната средина	123
Марија ХАЦИ-НИКОЛОВА, Николинка ДОНЕВА Енергетската ефикасност во функција на унапредување на квалитетот на животната средина	131
Афродита ЗЕНДЕЛСКА, Мирјана ГОЛОМЕОВА, Благој ГОЛОМЕОВ, Александар КРСТЕВ Примена на зеолитите за прочистување на отпадни води со помош на јонска размена и апсорпција	141
Мирјана ГОЛОМЕОВА, Афродита ЗЕНДЕЛСКА, Борис КРСТЕВ, Александар КРСТЕВ Гравитациона сепарација за третман на отпадна вода загадена со масла	151
Тена ШИЈАКОВА-ИВАНОВА, Весна ЗАЈКОВА-ПАНЕВА, Гордана КАМЧЕВА, Делчо КАРАКАШЕВ Содржината на калциум и магнезиум во водите за пиење и нивното влијание на кардиоваскуларните заболувања	157
Дејан МИРАКОВСКИ, Марија ХАЦИ-НИКОЛОВА, Николинка ДОНЕВА Управување на цврст комунален отпад	167
Николче РУНЧЕВ, Борис КРСТЕВ, Благој ГОЛОМЕОВ Лидери и менаџери - лидерство, моќ и промени	175
Николче РУНЧЕВ, Борис КРСТЕВ, Мирјана ГОЛОМЕОВА Корпоративно управување наспроти корпоративен менаџмент.....	187
Emilija RISTOVA, Zoran PANOV An approach of systems analysis of crm and improving customer satisfaction trough the management of perception of waiting	199
Николче РУНЧЕВ, Зоран ДЕСПОДОВ, Борис КРСТЕВ Глобализацијата и движењето на финансискиот капитал	207

UDC: 622.21

Стручен труд

**ИЗБОР НА ТЕХНОЛОШКИ СИСТЕМ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА
ЈАГЛЕН ВО НАОЃАЛИШТЕТО „БРОД – ГНЕОТИНО“ – БИТОЛА****Зоран Панов¹, Сашо Јовчевски², Благојче Митревски², Делџо
Каракашев¹****Апстракт**

Во трудот е даден современ пристап кон изборот на технолошки систем за експлоатација на јаглен. Притоа се искористени податоците од постојните рударски проекти и студии за условите што постојат во наоѓалиштето „Брод – Гнеотино“. Даден и адаптиран начин за оценување и квантифицирање на квалитетите на атрибутите за секое од алтернативните решенија. Изборот е извршен со помош на три повеќекритериумски методи.

Клучни зборови: *избор, технолошки систем, површинска експлоатација, јаглен.*

**DECISION MAKING OF TECHNOLOGICAL SYSTEM FOR
EXPLOITATION OF COAL IN “BROD – GNEOTINO” – BITOLA
DEPOSIT****Zoran Panov¹, Sašo Jovcevski², Blagojče Mitrevski², Deljo Karakašev¹****Abstract**

In the paper is given a modern approach to the selection of technological system of coal exploitation. In addition, its are use of existing data mining projects and studies on the conditions that exist in deposit “Brod - Gneotino. In this case, it is given a perfect way for evaluation and quantification of the qualities of attributes for each of the alternatives. The selection was made with the using of three multicriteria methods.

Key words: *decision making, technological system, surface mining, coal.*

1) Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Факултет за природни и технички науки

2) ЕЛЕМ АД Скопје, РЕК Битола, ПЕ Рудници „Суводол“

Вовед

Енергијата е основа за секое општество. Таа е потреба за одржливост, развој и напредок. Според енергетскиот биланс во Р. Македонија, 80% од вкупното производство на електрична енергија се токму во добивањето на електрична енергија од фосилни гориво – јаглени. Задржувајќи го овој тренд и развој, користењето на јаглените како главни енергетски суровини ќе бидат едни од сегашните, но и идни двигатели и чинители на енергетскиот биланс во државата во наредните 20-тина години.

Со балансираното производство на електрична енергија со програмата на „ЕЛЕМ“ АД Скопје овие резерви ќе се потрошат околу 2012 година. По овој период може да се појави недостаток на електрична енергија, ако навреме не се преземат соодветни чекори во дефинирањето и решавањето на стратегијата на развојот на енергетиката. Поради тоа Електростопанство на Македонија, односно „ЕЛЕМ“ АД, има преземено соодветни мерки за паралелна експлоатација на новиот површински коп Брод - Гнеотино.

Експлоатацијата на јаглен и откривка во ПК „Брод – Гнеотино“ е започната според проектот и се изведува со континуиран систем на експлоатација. Сложените геотехнички услови на работа, потребата за хомогенизација на јагленот, вклучувањето во оптимален систем на дотур на јаглен во термоелектраната од своја страна бара дополнителни стручни и научни истражувања, кои би дале одговор на прашањето кој систем за експлоатација би бил оптимален и која би била цената на чинење за откоп на јаглен.

Постоен систем за експлоатација на јаглен

Тековната експлоатација на ПК „Брод – Гнеотино“ се изведува со континуиран систем на експлоатација на јаловинскиот и јагленовиот систем. Единствено во јаловинскиот систем за префрлување на јаловината се користат и дреглајни. Во основа станува збор за континуиран систем на експлоатација со годишен капацитет на јаглен од тони и јаловина од m^3 .

Според постојниот рударски проект, системот на континуирана технологија на експлоатација се состои од следниве фази:

- копање и товарање на јаловината и јагленот со роторни багери,
- транспорт на јаловината и јагленот со гумени транспортни ленти,
- одлагање на јаловината со одлагачи,
- транспортот на јаглен од ПК Брод-Гнеотино до место на предавање во р. Суводол ќе се врши со систем на транспортни ленти во должина од околу 10 km.

Алтернативни решенија

Имајќи предвид дека станува збор за експлоатација на јаглен на наоѓалиштето Брод – Гнеотино, кое според природните, геолошките и техничко-технолошките услови би можело да се експлоатира со неколку технологии.

Искуствата, како и комплетната анализа на постојните информации добиени од Главниот рударски проект и изработените студии и технолошки решенија, како предлог-алтернативни технологии за експлоатација на јаглен се земени:

- A_1 - Континуиран систем на експлоатација на јаловина и јаглен (постоен систем според главен рударски проект);
- A_2 – Континуиран систем на експлоатација на јаловина и дисконтинуиран систем на експлоатација на јаглен;
- A_3 – Подземна експлоатација на јаглен со широкоочелна откопна метода.

Општите карактеристики кои се заеднички за трите алтернативни решенија се дадени во наредната табела 1.

Изборот на оптимален систем е извршен преку повеќекритериумска оптимизација. Постапката за повеќекритериумска оптимизација се состои во следниве чекори:

1. Утврдување на алтернативните решенија
2. Избор на критериумски функции
3. Дефинирање на критериумските функции
4. Утврдување на нивните влијанија (тежини)
5. Нормализација на тежините
6. Квантификација на квалитетите на атрибутите
7. Изработка на повеќекритериумски модел
8. Избор на метода за повеќекритериумска оптимизација
9. Решавање на моделот
10. Уврдување на оптимално решение.

Основната цел на оваа студија е одредување на цената на чинење за ископ на јаглен и отквивка. Освен ова, во оваа студија е даден и избор на оптимален систем на експлоатација (технологија) од предвидените три алтернативни решенија.

Континуиран систем на експлоатација на јаловина и јаглен (алтернатива A_1)

Ова е постојниот систем на експлоатација, предвиден според Главниот рударски проект. Во продолжение се дадени сумарните карактеристики на овој систем.

• Калкулацијата на цената на чинење на еден тон јаглен од површинскиот коп „Брод – Гнеотино“ според податоците во Главниот рударски проект [5] изнесуваат 12,39 €/t. Имајќи предвид дека Главниот рударски проект е заклучно објавен во февруари 2006 год., време кога сè уште не беше навлезена целосно енергетската криза со енормното зголемување на цените на енергенсите, така и овој податок треба условно да се сфати. Реалните пресметки покажуваат дека зголемувањето на цената на енергенсите би ја зголемило цената на чинење на еден тон на јаглен. Сепак, најмеродавно е да се прифати цената за ископ на 1 тон јаглен, дефинирана според Главниот рударски проект. Значи, истата според алтернативата A_1 (постојна технологија за откопување) изнесува **12,39 €/t**.

Континуиран систем на експлоатација на јаловина и дисконтинуиран систем на експлоатација на јаглен (алтернатива A_2)

Ова е првиот нов планиран систем за експлоатација на јаглен. Истиот се состои од: континуиран систем на експлоатација на јаловина и дисконтинуирана систем за експлоатација на јаглен. Во продолжение се дадени пресметките за ова варијантно решение.

Влезните податоци за пресметка на цена на чинење на ископ на јаглен и откривка од рудникот „Брод – Гнеотино“ за овој начин на експлоатација се дадени во табела 2.

Според ова предложено алтернативно решение, откопувањето на јаловината ќе се изведува во согласност со постојната технологија предвидена од Главниот рударски проект. Истата веќе е во фаза на работа. Според пресметките направени во Техноекономската анализа за цена на чинење на ископан и утоварен јаглен (јаловина) од рудник Брод – Гнеотино [4], цената за ископ на тон јаглен според варијанта A_2 со сите вклучени трошоци изнесува околу 10 €/t.

Подземна експлоатација на јаглен со широкочелна откопна метода (алтернатива A_3)

Овој предлог за технологија за подземна експлоатација со широкочелна откопна метода е даден со цел да предизвика, пред сè, едно посуштинско размислување за можноста од воведување на подземниот начин на откопување на јаглени во Македонија. Оваа метода сигурно ќе биде наметната при размислувањето за отворањето на рудникот Живојно и понатаму Витолиште. Битно е да се напомене дека во студијата податоците за ова алтернативно решение се земени од „Физибилити студија за јамска експлоатација на јаглен за потребите на ТЕ Битола на наоѓалиштето Брод – Гнеотино“ [6].

Со студијата се опфатени 49 милиони тони експлоатациони рудни резерви од кои 42 милиони тони индустриски количини на лигнит со просечна содржина на влага од 44 %, 21 % на пепел, 1,1 % на вкупен сулфур и ДТВ од 7.400 kJ/kg. Како заклучно размислување може да се констатира дека е можна подземна експлоатација на јагленот во наоѓалиштето „Брод – Гнеотино“ во период од 20-тина години со годишен капацитет од околу 2.000.000 тони и со минимална цена за откоп на 1 тон јаглен со вклучена потребни m^3 количини на жаловина од 18 €/t јаглен со ДТВ од 7.300 kJ/kg.

Избор на оптимален систем за отворање и експлоатација на јаглен

Зголемената побарувачка на енергетските ресурси рапидно ја зголеми експлоатацијата на минералните енергетски сировини во светот, но и кај нас, особено во последните десетина години. Беспштедната берзанска борба, зголемувањето на цените на енергенсите, експлоатацијата на сè посиромашни и понекавалитетни енергетски наоѓалишта ја наметнува потребата од детални анализирања и истражувања во рударството, а пред сè во проектирањето и планирањето. Сè повеќе доаѓа до израз неопходноста од вклучувањето на комплексните инженерски пресметки, моделирања, надзор, управување и комплетно автоматизирање на работниот процес.

Експлоатацијата на енергетските минерални сировини е во функционална зависност од повеќе фактори: природни, технички, технолошки, економски, организациони, стратешко-политички, транспортни, социолошки, еколошки, демографски, урбани, енергетски и др. Имајќи предвид дека постои силна корелација помеѓу наведените фактори чијашто меѓусебна зависност се менува од случај до случај, елементите на функционалната зависност треба опционо да бидат прифатени и третирали со голема внимателност.

Истражувајќи ги литературните извори, можеме да констатираме дека предметниот проблем на студијата не е соодветно отворен и истражен во согласност со степенот на неговото значење во планирањето и проектирањето во површинската експлоатација. Тоа ја иницира идејата и има значителен удел при дефинирањето на основните цели и методологија на истражувањето на оваа студија. Значи, основните појдовни поставки за истражувањето во рамките на оваа студија се:

- постоење на сериозен инженерски проблем од значење за проектирањето на површинските копови,
- негова недоволна дефинираност и истраженост,
- непостоење на ефикасен и сигурен алгоритам за комплексен и објективно - методолошки пристап за негово решавање.

Стратегијата на проектирањето на површинските копови во случаи кога постојат повеќе истражени или отворени наоѓалишта на минерални сировини ги наметнува прашањата за отворањето, опстанокот или затворањето на некои рудници.

Имајќи предвид дека со процесот на планирање и проектирање се изработуваат голем број на варијантни решенија, односно се доаѓа до повеќе можни алтернативи, а како решенија е неминовен изборот на само едно, неопходно се наметнува потребата од воведување на процесот на одлучување. Одлучувањето како постапка е избор помеѓу повеќе можни алтернативи од множество на претходно подготвени (дефинирани) алтернативи, односно избор помеѓу повеќе можни алтернативни решенија за третиралиот проблем – одредување на цена за ископ на јаглен и откривка и оптимален избор за експлоатација на јаглен.

Дефинирање на моделот

За да се изврши дефинирање на моделот, потребно е да се изведат следниве постапки:

- да се изврши анализа на проблемот,
- да се утврдат алтернативите (варијантните решенија),
- да се утврди конечен избор на критериуми и да се дефинираат нивните тежини,
- да се изврши трансформација на квалитетите на атрибутите.

Избор и идентификација на критериумите

По извршената идентификација на проблемот, како и неговото детално анализирање, избрани се и идентифицирани критериумите кои имаат најголемо влијание во решавањето на моделот (табела 3).

Секој од овие критериуми има свое влијание (тежина) врз алтернативните решенија. За овој модел беа направени: повеќекратни техно-економски анализи на системите на отворање и експлоатација за површинскиот коп „Брод – Гнеотино“, потоа анализи и искуства од техно-економски анализи и други стручни информации, беа извршени консултации и анкети на експерти од областа на експлоатација на јаглен и, конечно, беше извршено усреднување на тежините добиени од горенаведените постапки.

По извршена анализа на оценките на одделните критериуми за секое алтернативно решение, добиен е повеќекритериумскиот модел (табела 4).

Анализа на резултатите и дискусија

Решавањето на овој повеќекритериумски модел е со помош на методите: ELECTRA I, PROMETHEE I и PROMETHEE II. Во продолжение се дадени излезните резултати од примената на секоја метода посебно.

Во табела 5 се дадени споредбените резултати од примената на методите ELECTRA I, PROMETHEE I и PROMETHEE II.

- Добиените резултати од примената на методите: ELECTRA I, PROMETHEE I и PROMETHEE II покажаа дека решението е еднозначно и идентично. Конечниот ранг на алтернативните решенија е: A_2 . Предложени се три варијантни решенија;
- сите три варијантни решенија се техничко-технолошки можни за реализација на денешното ниво на развој на рударството и инженерството;
- извршена е изградба на повеќекритериумски модел;
- утврдени се трите алтернативни решенија A_1 , A_2 и A_3 ;
- извршен е избор на седум критериумски функции;
- утврдени се природите и тежините (влијанијата) на критериумските функции;
- извршено е решавање на повеќекритериумскиот модел со методите ELECTRA I, PROMETHEE I и PROMETHEE II;
- трите повеќекритериумски оптимизациони модели еднозначно го одредија решението на повеќекритериумскиот модел и извршија рангирање на варијантните решенија;
- за оптимална варијанта рангирана со ранг 1 е избрана варијантата A_2 - Континуиран систем на експлоатација на жаловина и дисконтинуиран систем на експлоатација на јаглен од 10,00 €/t.

Литература

- Brans, J. P., Mareschal, B., 1994, HOW TO DECIDE WITH PROMETHEE, ULB and VUB Brussels Free Universities, Brussels, [1]
- Buchanan, J., Sheppard, P., 1998, RANKING PROJECTS USING ELECTRE METHOD, 33rd Annual Conference, University of Auckland, Auckland, [2]
- Van Brunt, B., Rossi, M., 1999, MINE PLANNING UNDER UNCERTAINTY CONSTRAINTS, Conf. Proceedings "Strategic Mine Planing", Pert, [3]
- ТЕХНОЕКОНОМСКА СТУДИЈА ЗА ЦЕНА НА ЧИНЕЊЕ НА ИСКОПАН И УТОВАРЕН ЈАГЛЕН (ЈАЛОВИНА) ОД РУДНИК БРОД – ГНЕОТИНО, АД ЕЛЕМ – СКОПЈЕ, ПОДРУЖНИЦА РЕК „БИТОЛА“, НОВАЦИ, Институција: УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП, Штип 2009, [4]

Главен рударски проект за отворање и експлоатација на ПК Брод – Гнеотино, РИ – ПОВЕ Рударски институт – Скопје, Скопје, 2006, [5]
Физибилиити студија за јамска експлоатација на јаглен за потребите на ТЕ Битола на наоѓалиштето Брод – Гнеотино, РИ-ПИЕРМ, Рударски институт и др. ДОО СКОПЈЕ во соработка со ПРЕМОГОВНИК – ВЕЛЕЊЕ, 2004, [6]

Табела 1 - Општи карактеристики на системот за експлоатација
Table 1 - Common characteristics for system of exploitation

Ред. бр.	Општа карактеристика	Вредност
1.	Вкупна количина на јаглен за откопување	околу 34.700.000 t – со површинска експлоатација 42.000.000 t – со подземна експлоатација
2.	Вкупна маса на јаловина и откривка*	294560000 m ³
3.	Годишен проектиран капацитет на јаглен	2000000 t
4.	Век на експлоатација	17 год
5.	ДТВ на јагленот	7400 kJ/kg
6.	Специфична тежина на јагленот во цврста состојба	1.2 t/m ³
7.	Специфична тежина на јагленот во растресита состојба	0.8 t/m ³
8.	Среден коефициент на откривка*	8.48
9.	Просечна должина на работен фронт (откоп)*	500-1000 m
10.	Просечна должина на транспорт* (на ниво на ПК и/или до дробилка)	1500 m
11.	Број на смени	3

*Овие карактеристики се однесуваат само на првите две алтернативни решенија.

Табела 2 - Карактеристики на системот за експлоатација на површинскиот коп „Брод – Гнеотино“**Table 2** - Characteristics for system of exploitation of “Brod – Gneotino” open mine

Бр.	Карактеристика	Вредност
1.	Вкупна количина на јаглен за откопување	34700000 t
2.	Вкупна маса на јаловина и откривка	294560000 m ³
3.	Среден коефициент на откривка	8.48
4.	Планиран годишен капацитет на јаглен	2000000 t
5.	Планиран годишен капацитет за прва година на работа (2009)	1200000 t
6.	Просечна должина на транспортирање	1500 m
7.	Специфична тежина на јагленот во цврста состојба	1.2 t/m ³
8.	Специфична тежина на јагленот во растресита состојба	0.8 t/m ³

Табела 3 - Опис на критериумски функции**Table 3** - Description of criterion functions

Ред. бр.	Критериум	Ознака	Опис
1	Цена за ископ на 1 t јаглен	K ₁	Минимална цена за ископ на 1 t јаглен. Во оваа цена е пресметана и цената за ископ на потребната количина на откривка за да може да се ископа 1 t јаглен.
2	Подготвителни работи	K ₂	Оценка на обемот, степенот на сложеност, времето на подготовка, потребното искуство и предзнаење, опасностите при подготовка, влијанието врз останатите процеси на експлоатација.
3	Брзина на постигнување на проектиран капацитет	K ₃	Оценка за брзината на времето за постигнување на проектираниот капацитет за откопување на јаглен.
4	Инвестиционо вложување	K ₄	Процената вредност на инвестиционо вложување.

5	Степен на обука и доквалификување	K_5	Оценка за потребниот степен за обука, доквалификување и перманентно образование потребно при воведување на нов систем за експлоатација.
6	Еколошки аспекти на системот на експлоатација	K_6	Оценка за влијанието на планираниот систем на експлоатација врз животната средина.
7	Влијание на атмосферските услови врз системот на експлоатација	K_7	Влијание на атмосферските услови врз нормалниот тек на планираниот систем на експлоатација.

Табела 4 - Влезен повеќекритериумски модел

Table 4 - Input multicriteria model

АЛТЕРНАТИВИ		КРИТЕРИУМИ						
		Цена €/t	Подг. раб.	Брз. на пост. капац.	Инвест. €	Обука	Екол.	Атмосф. влијан.
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
Цел		MIN	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN
A ₁		12.39	многу високи	средна	ниска	ниска	висока	висока
A ₂		10.00	средно пониски	изразено висока	средно пониска	ниска	средно повисока	висока
A ₃		18.00	изразено високи	ниска	изразено висока	многу висока	изразено ниска	изразено ниска
Тежини	w _j	0.250	0.075	0.125	0.200	0.125	0.100	0.125

Табела 5 - Рангирање според различни повеќекритериумски методи

Table 5 - Rank list according different multicriteria methods

АЛТЕРНАТИВА	ОЗНАКА	ELECTRA I преферира над	PROMETHEE I преферира над	PROMETHEE II ранг
Алтернатива I	A_1	не преферира	A_2	2
Алтернатива II	A_2	A_1 и A_3	A_1 и A_3	1
Алтернатива III	A_3	не преферира	не преферира	3